

- [9] В. Э. Орел, А. В. Романов, Н. Н. Дзятковская, Ю. И. Мельник, “Влияние увеличения неоднородности электромагнитного поля на усиление противоопухолевой активности доксорубцина”, *Биомедицинские приборы и системы*, с.173-177, 2008.

УДК 535.2:535.36:53.043

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОСВІТЛЕННЯ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ФОТОМЕТРА З ЕЛІПСОЇДАЛЬНИМИ РЕФЛЕКТОРАМИ

Нагорний А. І., Безугла Н. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: n.bezugla@kpi.ua

В останні роки в медицині зростають методи лікування, які включають в себе застосування оптичного випромінювання. Це пояснюється останніми досягненнями в області мікроскопії, розвитком лазерів, відносною безпечністю для людського організму, та дешевизною. В терапевтичних цілях оптичне випромінювання застосовують в хірургії для видалення різноманітних утворень з значно меншими крововтратами, стоматології для відбілювання зубів знаття болі, онкології усунення онкостазів, офтальмології – лазерна корекція, гінекології, дерматології та інших галузях медицини [1]. В діагностиці в таких методах як оптична когерентна томографія, методи з використанням флюоресценції, конфокальна мікроскопія та інші. Не зважаючи на всі переваги залишається проблематичним доставка оптичного випромінювання до тканин та органів які знаходяться на значній глибині. Основним фактором розсіювання променю є неоднорідність показників заломлення різних шарів шкіри. На сьогоднішній день існує велика кількість способів управління оптичними властивостями біотканин, найпопулярніші з яких компресія, розтягнення, дегідратація та коагуляція, оптичне просвітлення. Оптичне просвітлення полягає в введенні в тканину спеціального агента, який з часом знизить неоднорідність показника заломлення, що у свою чергу збільшить глибину проникнення променю [2].

Існує велика кількість хімічних сполук які застосовуються в якості оптичних просвітлюючих агентів [3]. Всі ці речовини можна класифікувати за наступною системою:

- 1) Спирти (гліцерин, варіації поліетиленгліколю, бутандіолу, водних розчинів манніту та інші).
- 2) Вуглеводи (фруктоза, глюкоза, рибоза, сахароза, декстроза).
- 3) Органічна кислота (олеїнова кислота) та.
- 4) Інші органічні розчинники (диметилсульфід та інші).

Методом даної роботи є дослідити кінетику оптичних процесів при просвітлення м'язової тканини свинини агентом ПЕГ400 [4].

Дослід проводився на м'язовій тканині свині. М'ясо не піддавалось термічній обробці (заморожуванню). Для контролю оптичних показників тканини застосовувався фотометр з еліпсоїдальними рефлекторами.

Фотометр працює за наступним принципом, джерело випромінює когерентний промінь який попадає на дзеркало яке перенаправляє його на біологічну тканину де він зазнає поглинання, відбиття та розсіювання. Далі рефlector еліпсоїдальної форми спрямовує відбиті промені на узгоджувальну оптичну систему, яка, в свою чергу, передає оптичну енергію на приймач випромінювання.

Основною ідеєю застосування даного пристрою є отримання зображень інтенсивності відбитого та дифузно відбитого випромінювання та подальше визначення за допомогою зворотного методу Монте-Карло коефіцієнту поглинання μ_a коефіцієнту розсіювання μ_s , фактору анізотропії розсіювання, а також показника заломлення [5]. В якості просвітлюючого агенту було використано розчинник ПЕГ 400, який широко застосовується в медицині. Зображення фіксувались кожні дві хвилини впродовж двох годин. Довжина хвилі 694,3 нм.

В ході проведеного дослідження було отримано фотометричні зображення розсіяного назад світла залежно від часу просвітлення (див. Рис. 1).

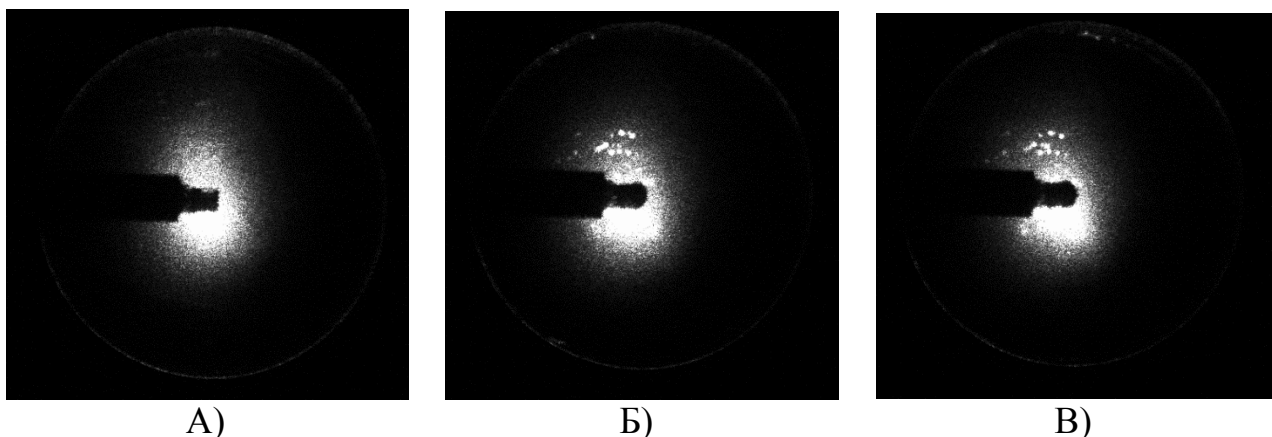


Рис. 1. Модельні зображення при фотометрії еліпсоїдальними рефлекторами у відбитому світлі для часу просвітлення 0 хв (А), 60 хв (Б) та 120 хв (В).

Провівши необхідні обчислення, було виявлено, що введення в тканину агенту згладжує нерівномірність показника заломлення, таким чином тканина поглинає більше світла, що доводить доцільність подальшого дослідження явища просвітлення, а також впровадження даної методики в медичну практику.

Ключові слова: оптичне просвітлення, еліпсоїдальний рефlector.

Література

- [1] Е. А. Шахно, *Физические основы применения лазеров в медицине*. СПб, Россия: НИУ ИТМО, с. 7-13, 2012.
- [2] Е. А. Genina, A. N. Bashkatov, V. V. Tuchin, “Tissue optical immersion clearing”, *Expert Review of Medical Devices*, vol. 7, no. 6, pp. 825–842, 2010.

- [3] Е. М. Артемина, С. Р. Утц, С. А. Ювченко, Д. А. Зимняков, М. В. Алонова, “Сравнительная оценка просветляющих агентов с целью повышения качества дальней длинноволновой ультрафиолетовой терапии хронических дерматозов», *Саратовский научно-медицинский журнал*, Vol. 12 (3), с. 453–458, 2016.
- [4] М. О. Bezuglyi, N. V. Bezugla, and A. I. Nahorni, “Control of Clearing of Human Skin by Ellipsoidal Reflector Method”, *Науковий журнал “Мікросхеми та фізична електроніка*, Том 24, №2, с. 6-13, 2019. DOI: 10.20535/2523-4455.2019.24.2.172771
- [5] М. А. Безуглый, Н. В. Безуглая, А. Б. Самиляк, “Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии”, *Приборы и методы измерений*, Т. 7, № 1, с. 67–76, 2016.

UDC 621: 514.83

SPATIAL-TIME PHANTOM MODEL OF VIRUS INFECTION SPREADING

¹⁾Volodymyr Skytsiouk, ¹⁾Tatiana Klotchko, ²⁾Nina Artyukhina

¹⁾National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”,
Kyiv, Ukraine

²⁾Belarussian National Technical University, Minsk, Republic Belarus

E-mail: t.klochko@kpi.ua; art49@mail.ru

Modern medicine is faced with problem of diagnosis of infectious diseases, as well as determining location of the source and nature of the formation of viruses, their structure and nature of interaction with living organisms. These problems to avoiding pandemics are paramount.

It is known that the main method of infection is penetration of virus into a living cell and formation of the object of biological structure's pathological distortion, since viruses are able to live and reproduce only in cells of other organisms. In external environment, they do not show any signs of life. The process of finding the spatial coordinates of a pathological object's presence zone in mass of a living organism by authors earlier has been discussed [1].

There are currently some mathematical models [2, 3, 4] for the spread of virus infections, but they mostly take into account the parameter of path from the source of infection to the affected object. But spatial parameters of the virus spreading trajectory are important because it makes it possible to change the spatial coordinates of the object's location to avoid infection.

Thus, we need to consider the processes involved in the mechanics of virus movement (or set of viruses) in space and time from source of infection to the object of damage, which is a living cell of body. So, we are considering a single virus as pathological carrier, which forms the beginning of a pandemic.

Since the geometry of a single virus is mostly spherical, it is possible to imagine its Pandan zone [5] as a vector field of type

$$\mathbf{V} = F(\rho)\mathbf{r}, \quad \rho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad \mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k},$$

\mathbf{r} – distance to the center of source spread, that is maternal body, and x, y, z – Cartesian coordinates of the virus location.